

**Family list**

1 family member for:

**JP2003258226**

Derived from 1 application.

**1 RADIATION DETECTOR AND ITS FABRICATING METHOD**

Publication Info: **JP2003258226 A** - 2003-09-12

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**RADIATION DETECTOR AND ITS FABRICATING METHOD****Patent number:** JP2003258226**Publication date:** 2003-09-12**Inventor:** MOCHIZUKI CHIORI**Applicant:** CANON KK**Classification:**

**- international:** *G01T1/20; H01L21/336; H01L27/146; H01L29/786; H01L31/09; H04N5/32; H04N5/335; H01L31/10; G01T1/00; H01L21/02; H01L27/146; H01L29/66; H01L31/08; H04N5/32; H04N5/335; H01L31/10; (IPC1-7): H01L27/146; G01T1/20; H01L21/336; H01L29/786; H01L31/09; H01L31/10; H04N5/32; H04N5/335*

**- european:****Application number:** JP20020051481 20020227**Priority number(s):** JP20020051481 20020227

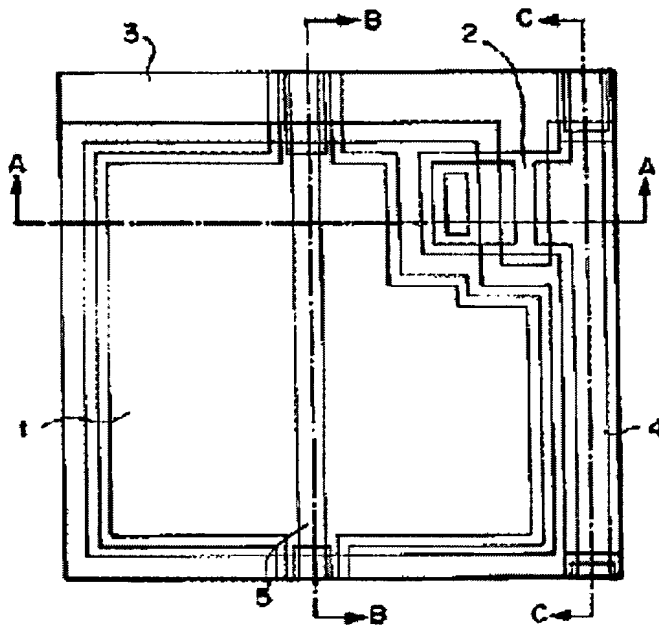
Report a data error here

**Abstract of JP2003258226**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enhance sensitivity by enhancing the signal component and the noise components independently without having an effect on each other.

**SOLUTION:** With regard to the noise components, signal line noise and IC noise are reduced by employing a multilayer structure of a first insulation layer, a semiconductor layer, and a second insulation layer at the intersection of a signal line and a switch TFT drive line, thereby reducing parasitic capacitance at the intersection of wiring. With regard to the signal component, functions of an n<sup>+</sup> film, i.e., the hole blocking function and electrode function, are separated to the n<sup>+</sup> film and a transparent conductive film, respectively, in order to make thin the n<sup>+</sup> film, thus enhancing the incidence efficiency of light. Furthermore, performance of both a signal conversion element and the switch TFT is enhanced by making thick the semiconductor layer at the photoelectric conversion part and making thin the semiconductor layer of the switch TFT thus enhancing the sensitivity.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-258226

(P 2 0 0 3 - 2 5 8 2 2 6 A)

(43) 公開日 平成15年9月12日 (2003.9.12)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト' (参考)
H01L 27/146		G01T 1/20	E 2G088
G01T 1/20			G 4M118
		H04N 5/32	5C024
H01L 21/336		5/335	U 5F049
29/786		H01L 27/14	C 5F088

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全17頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-51481 (P 2002-51481)

(22) 出願日 平成14年2月27日 (2002.2.27)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 望月 千織

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74) 代理人 100065385

弁理士 山下 穰平

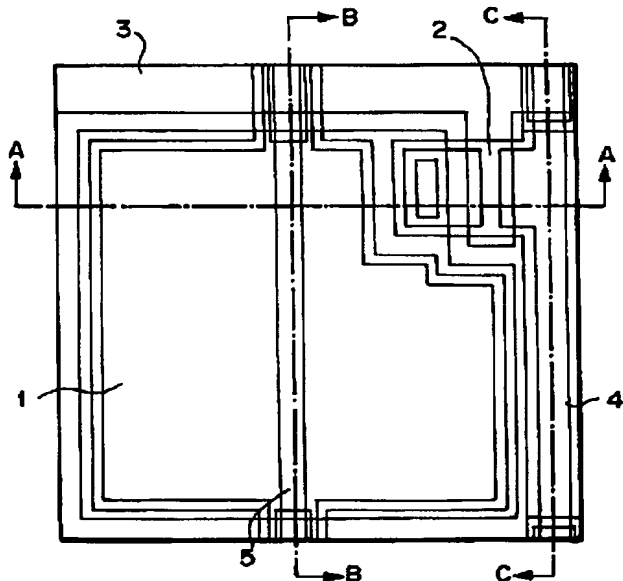
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射線検出装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 信号成分及びノイズ成分を夫々に影響を与えることなく、単独で向上させ、感度の向上を達成する。

【解決手段】 ノイズ成分においては、信号線とスイッチTFT駆動配線との配線交差部を第1の絶縁層、半導体層、第2の絶縁層の積層構造とすることにより、配線交差部で形成される寄生容量を低減し、信号線ノイズ、I C I Cノイズを低減する。また、信号成分においては、n<sup>+</sup>膜の機能であるホールブロッキング機能と電極機能を、夫々、n<sup>+</sup>膜と透明導電膜に機能分離させることにより、n<sup>+</sup>膜を薄膜化し、光入射効率を向上させる。また、光電変換素子部の半導体層を厚膜化し、一方、スイッチTFTの半導体層を薄膜化することにより、信号変換素子及びスイッチTFTの性能を共に向上させ、感度向上を達成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 放射線信号を可視光に変換する蛍光体と、前記可視光を電気信号に変換する光電変換素子と、前記光電変換素子の信号を読み出すスイッチ T F T とを有する放射線検出装置において、前記信号変換素子及びスイッチ T F T は、夫々同一部材の電極層、第 1 の絶縁層、半導体層、オーミックコンタクト層で構成され、且つ、前記光電変換素子のバイアス配線と前記スイッチ T F T の駆動配線の配線交差部、或いは、前記スイッチ T F T の駆動配線と信号線の配線交差部は、少なくとも、前記第 1 の絶縁層、半導体層、第 2 の絶縁層を介して構成されており、前記光電変換素子の半導体層とスイッチ T F T の少なくともソース・ドレイン電極部の半導体層は、異なる膜厚で構成されていることを特徴とする放射線検出装置。

【請求項 2】 前記スイッチ T F T のソース・ドレイン電極部の半導体層と、前記スイッチ T F T のチャンネル部の半導体層及び前記光電変換素子の半導体層は、異なる膜厚で構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線検出装置。

【請求項 3】 前記光電変換素子の半導体層の膜厚は、前記スイッチ T F T のソース・ドレイン電極部の膜厚よりも厚く形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線検出装置。

【請求項 4】 前記スイッチ T F T のチャンネル部の半導体層及び前記光電変換素子の半導体層の膜厚は、前記スイッチ T F T のソース・ドレイン電極部の半導体層の膜厚よりも厚く形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の放射線検出装置。

【請求項 5】 放射線信号を可視光に変換する蛍光体と、前記可視光を電気信号に変換する光電変換素子と、前記光電変換素子の信号を読み出すスイッチ T F T とを有する放射線検出装置の製造方法において、

( 1 ) 絶縁基板上に第 1 の金属層により前記光電変換素子の下電極、前記スイッチ T F T のゲート電極、前記スイッチ T F T の駆動配線を形成する工程と、

( 2 ) 第 1 の絶縁層、半導体層、第 2 の絶縁層を順次積層する工程と、

( 3 ) 前記光電変換素子部の第 2 の絶縁層を除去し、前記スイッチ T F T の少なくともソース・ドレイン部の第 2 の絶縁層及び半導体層の一部を除去する工程と、

( 4 ) n' 型半導体層を積層する工程と、

( 5 ) 第 2 の金属層により前記光電変換素子のバイアス配線及び前記スイッチ T F T のソース・ドレイン電極及び信号線を形成する工程と、を含むことを特徴とする放射線検出装置の製造方法。

【請求項 6】 前記 ( 3 ) の工程において、前記スイッチ T F T の少なくともソース・ドレイン部の半導体層の除去厚みは、前記光電変換素子部のレジスト膜厚を薄膜化することで制御し、前記第 2 の絶縁層のみを除去する

部分と、前記第 2 の絶縁層と前記半導体層の一部を除去する部分を同時に加工することを特徴とする請求項 5 に記載の放射線検出装置の製造方法。

【請求項 7】 前記 ( 5 ) の工程において、更に、前記光電変換素子部に透明電極を形成することを特徴とする請求項 5 に記載の放射線検出装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、X線、 $\gamma$ 線等の放射線を用いた放射線検出装置及びその製造方法に関し、特に、医療画像診断装置、非破壊検査装置、放射線を用いた分析装置等に好適な放射線検出装置及びその製造方法に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】液晶 T F T 技術の進歩、情報インフラの整備が充実した現在では、非単結晶シリコン、例えば、非晶質シリコン（以下、a-Si と略記）を用いた光電変換素子とスイッチ T F T により構成されたセンサレーと、放射線を可視光等に変換する蛍光体とを組み合わせたフラットパネル検出器（以下、F P D と略記）が提案され、大面積で、且つ、真のデジタル化の可能性が出てきている。

【 0 0 0 3 】この F P D は、放射線画像を瞬時に読み取り、瞬時にディスプレイ上に表示できるものであり、しかも、画像はデジタル情報として直接取り出すことが可能であるため、データの保管、或いは加工、転送等取り扱いが便利であるといった特徴がある。また、感度等の諸特性は撮影条件に依存するが、従来の S / F 系撮影法、C R 撮影法に比較して、同等又はそれ以上であることが確認されている。

【 0 0 0 4 】図 2 5 は従来の F P D の模式的等価回路図を示す。図中、1 0 1 は光電変換素子部、1 0 2 は転送用 T F T 部、1 0 3 は転送用 T F T 駆動配線、1 0 4 は信号線、1 0 5 はバイアス配線、1 0 6 は信号処理回路、1 0 7 は T F T 駆動回路、1 0 8 は A / D 変換部である。

【 0 0 0 5 】X線等の放射線は紙面上部より入射し、不図示の蛍光体により可視光に変換される。変換光は、光電変換素子部 1 0 1 により電荷に変換され、光電変換素子部 1 0 1 内に蓄積される。その後、T F T 駆動回路 1 0 7 の駆動により転送用 T F T 駆動配線 1 0 3 を通して転送用 T F T 部 1 0 2 を動作させる。これにより、この蓄積電荷は信号線 1 0 4 に転送され、信号処理回路 1 0 6 で処理され、更に、A / D 変換部 1 0 8 で A / D 変換され出力される。

【 0 0 0 6 】基本的には、上述のような素子構成が一般的であり、特に、光電変換素子としては P I N 型フォトダイオード（以下、P I N 型 P D と略記）、や M I S 型フォトダイオード（以下、M I S 型 P D と略記）等様々な素子が用いられている。この M I S 型 P D は、本願発

明者等の特許第 3 0 6 6 9 4 4 号、USP 6 0 7 5 2 5 6 等で提案しているものである。

【0007】図 26 は光電変換素子を MIS 型 PD とした場合の 1 画素の模式的平面図を示す。図中 201 は MIS 型 PD 部の下電極、202 はスイッチ TFT 駆動配線、203 はスイッチ TFT ゲート電極、204 はコンタクトホール、205 はセンサバイアス配線、206 は信号線、207 はスイッチ TFT のソース・ドレイン電極（以下、SD 電極と略記）である。

【0008】また、図 27 は図 26 に示す 1 画素内の各素子を模式的に配列した場合の模式的断面図を示す。301 はガラス基板、302 はスイッチ TFT 駆動配線、303 は MIS 型 PD 下電極、304 はスイッチ TFT ゲート電極、305 はゲート絶縁膜、306 は真性 a-Si 膜、307 はホールブロッキング層、308 はバイアス配線、309 は転送 TFT SD 電極、310 は信号線、320 は保護膜、321 は有機樹脂層、322 は蛍光体層である。

【0009】なお、図 27 における MIS 型 PD 下電極 303、スイッチ TFT 駆動配線 302、スイッチ TFT ゲート電極 304、バイアス配線 308、スイッチ TFT SD 電極 309、信号線 310 は、図 26 における MIS 型 PD 下電極 201、スイッチ TFT 駆動配線 202、スイッチ TFT ゲート電極 203、バイアス配線 205、スイッチ TFT SD 電極 207、信号線 206 にそれぞれ対応する。

【0010】ここで、図 26 及び図 27 から明らかなように MIS 型 PD とスイッチ TFT は層構成が同一であるため、製造方法が簡便で、高歩留り、低価格を実現できる利点がある。しかも、感度等の諸特性も十分満足できるものと評価されており、現在、一般撮影に用いられる装置としては、従来の S/F 法及び CR 法に代わって、上述の FPD が採用されるに至っている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のような FPD においては、大面積で、且つ、完全デジタル化が実現可能で、漸く、一般撮影に主に使用され始めている状況であるが、感度といった点では、更なる向上が期待されている。また、透視撮影を可能とするためには、より一層の感度向上が必須と考えられている。

【0012】図 28 は MIS 型 PD を用いた FPD の 1 ビットの等価回路を示す。図中、C1 は MIS 型 PD の合成容量、C2 は信号線に形成される寄生容量、Vs はセンサバイアス電位、Vr はセンサリセット電位、SW1 は MIS 型 PD の Vs/Vr 切り替えスイッチ、SW2 は転送用 TFT 部の ON/OFF 切り替えスイッチ、SW3 は信号線リセットスイッチ、Vout は出力電圧である。

【0013】MIS 型 PD にはバイアス電位として半導体層が空乏化する様にスイッチ SW1 により電位 Vs が

与えられる。この状態で、蛍光体からの変換光が半導体層に入射すると、ホールブロッキング層で阻止されていた正電荷が a-Si 層内に蓄積され、電位差 Vt が発生する。その後、スイッチ SW2 よりスイッチ TFT の ON 電圧が印加され、電圧 Vout として出力される。出力 Vout は不図示の読出し回路（図 25 の信号処理回路 106）により読み出され、その後スイッチ SW3 により信号線がリセットされる。

【0014】上述の駆動方法に従ってスイッチ TFT を図 25 に示すライン毎に順次 ON することにより、1 フレームの全読出しが完了する。その後、スイッチ SW1 より MIS 型 PD にリセット電位 Vr を与え、リセットを行う。また、再度、同様にバイアス電位 Vs を与え、画像読み取りの蓄積動作を行う。このようにして放射線を用いての画像が得られる。

【0015】MIS 型 PD の出力 Vout の飽和値は、概ね電位 Vt に比例する。電位 Vt はバイアス電圧差 Vs - Vr と内部 Gain G の積により決まる。内部 Gain G は、Cins/(Cins+Csemi) で求められる。出力電圧 Vout は、概ね電位 Vt に対し C1/C2 容量比で出力される。また、MIS 型 PD の感度は、光入射状態での上述の飽和出力電圧、即ち、信号成分と、暗状態での出力電圧、即ち、ノイズ成分の比で概ね表される。

【0016】信号成分は、一般的には、(1) PD 開口率、(2) PD 光入射効率、言い換えれば、真性 a-Si 膜内に入射する光量、更に、(3) 内部 Gain に依存する。一方、ノイズ成分は以下に示す様々なノイズが確認されている。

【0017】センサ開口率の平方根に比例するショットノイズ

C1 容量の平方根に比例する KTC ノイズ

信号配線ノイズ（配線抵抗の平方根及び C2 容量に比例する配線ノイズ）

C2 容量に比例する IC ノイズ

ゲート配線ノイズ（配線抵抗の平方根に比例する配線ノイズ）

通常、感度向上を達成するためには、当然のことながら、信号成分を増大させるか、或いは、ノイズ成分を減少させるか、或いは、それらを同時に達成される必要がある。しかし、信号成分とノイズ成分は相互に関係しており、前者を改善した結果、後者に影響を及ぼし、結局、感度改善には至らない場合が多い。

【0018】例えば、信号成分を改善するために、上述の (1) PD 開口率を向上させる場合、配線幅、或いは、配線間のスペースをシュリンクして、実現することが考えられるが、逆に、微細化に伴い、配線抵抗、或いは、信号線の寄生容量が増大し、ノイズ成分が増大する結果となる。即ち、信号成分は改善されるが、ノイズ成分は増加することになり、感度低下を引き起こす場合が

ある。更に、微細化により配線ルールが厳しくなるため、歩留り低下等の生産性を低下させることになる。

【0019】また、上述の(2)PDへの光入射効率においても、光電変換層であるa-Si膜に接合されているオーミックコンタクト層は、キャリアブロッキング層としての機能と上部電極としての機能を有しており、光吸収を無視できない500Å程度以上の膜厚が必要となる。その結果、n'膜での光吸収が感度低下を引き起こす。当然、n'膜の薄膜化を実施した場合、逆に、n'膜の抵抗が大きくなり、PD上部電極として機能しない結果となる。

【0020】更に、上述の(3)内部Gainを向上させる場合、a-Si膜の厚膜化、或いは、ゲートSiN膜の薄膜化を実施する必要がある。しかし、a-Si膜の厚膜化は、一方でスイッチTF Tの転送能力の低下を引き起こし、その結果、TF Tサイズの増大、開口率の低下となる。また、その応力、異物発生等、生産上の問題においても限度がある。また、SiN膜の薄膜化は、配線交差部等での絶縁耐圧を考慮すると同様に限度があり、仮に、薄膜化が達成できたとしても、寄生容量C2の増大によりノイズ成分が増加し、目立った感度向上は達成できない。

【0021】一方、ノイズ低減に着目して、ゲート配線抵抗を低減する場合、ゲート配線の厚膜化、或いは、幅広化が必要であるが、前者は配線交差部での絶縁耐圧の低下を引き起こし、後者は開口率の低下を引き起こすことになる。また、信号線の配線抵抗を低減する場合、信号線の厚膜化、或いは、幅広化が必要であるが、前者は応力の増大により生産設備上限度があるばかりか、加工上の問題から厚膜化は限度がある。また、後者は上述と同様に開口率の低下を引き起こす。

【0022】以上の説明から明らかなように、現行の構成では、設計において感度は最適化することは可能であるが、感度の向上には限界があった。そのため、より一層の感度を向上するには、根本的な構成、或いは製造プロセスの改良が必要であった。

【0023】本発明は、上記従来の問題点を鑑みなされたもので、その目的は、信号成分、ノイズ成分を夫々に影響を与えることなく改善でき、より感度を向上することが可能な放射線検出装置及びその製造方法を提供することにある。

【0024】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するため、放射線信号を可視光に変換する蛍光体と、前記可視光を電気信号に変換する光電変換素子と、前記光電変換素子の信号を読み出すスイッチTF Tとを有する放射線検出装置において、前記信号変換素子及びスイッチTF Tは、夫々同一部材の電極層、第1の絶縁層、半導体層、オーミックコンタクト層で構成され、且つ、前記光電変換素子のバイアス配線と前記スイッチTF T

の駆動配線の配線交差部、或いは、前記スイッチTF Tの駆動配線と信号線の配線交差部は、少なくとも、前記第1の絶縁層、半導体層、第2の絶縁層を介して構成されており、前記信号変換素子の半導体層とスイッチTF Tの少なくともソース・ドレイン電極部の半導体層は、異なる膜厚で構成されていることを特徴とする。

【0025】また、本発明は、放射線信号を可視光に変換する蛍光体と、前記可視光を電気信号に変換する光電変換素子と、前記光電変換素子の信号を読み出すスイッチTF Tとを有する放射線検出装置の製造方法において、(1)絶縁基板上に第1の金属層により前記光電変換素子の下電極、前記スイッチTF Tのゲート電極、前記スイッチTF Tの駆動配線を形成する工程と、(2)第1の絶縁層、半導体層、第2の絶縁層を順次積層する工程と、(3)前記光電変換素子部の第2の絶縁層を除去し、前記スイッチTF Tの少なくともソース・ドレイン部の第2の絶縁層及び半導体層の一部を除去する工程と、(4)n'型半導体層を積層する工程と、(5)第2の金属層により前記光電変換素子のバイアス配線及び前記スイッチTF Tのソース・ドレイン電極及び信号線を形成する工程と、を含むことを特徴とする。

【0026】本発明では、ノイズ成分において、信号線とスイッチTF T駆動配線との配線交差部を第1の絶縁層、半導体層、第2の絶縁層の積層構造とすることにより、配線交差部で形成される寄生容量C2を低減でき、信号線ノイズ、ICノイズを低減することができる。更に、信号成分において、n'膜の機能であるホールブロッキング機能と電極機能を、夫々、n+膜と透明導電膜に機能分離することにより、n'膜を薄膜化し、光入射効率を向上することが可能となる。また、信号変換素子部の半導体層を厚膜化し、一方、スイッチTF Tの半導体層を薄膜化することにより、信号変換素子及びスイッチTF Tの性能を共に向上でき、感度の向上を達成できる。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0028】(第1の実施形態)図1は本発明のMIS型PDを用いた放射線検出装置の第1の実施形態を示す模式的平面図である。なお、図1では1画素の構成を示す。また、ここでは、放射線としてX線を用いているが、α線、γ線等を用いてもよい。これは、以下の実施形態でも同様である。図1において、1はMIS型PD部、2はスイッチTF T部、3はスイッチTF T駆動配線、4は信号線、5はバイアス配線である。

【0029】ここで、図1では1画素の構成を示しているが、実際には、図25に示すように図1の画素が2次元に複数配列され、且つ、図25と同様にTF T駆動配線103、信号線104、バイアス配線105、信号処理回路106、TF T駆動回路107、A/D変換部1

08、後述する放射線を可視光に変換する蛍光体等を用いて放射線検出装置が構成される。これは、以下の実施形態でも同様である。なお、図1における1画素の等価回路は図28と同様であり、これは以下の実施形態でも同様である。

【0030】X線は上述の蛍光体（図示せず）により可視光に変換され、MIS型PD部1に入射する。入射光はMIS型PD部1で光電変換され、PD部1内に蓄積される。その後、スイッチTFT駆動配線3からON電圧が印加され、スイッチTFT部2をON状態とすることにより信号線4を介して出力電圧が読み出される。その後、バイアス配線5からリセット電圧がMIS型PD部1に印加され、PD部1に蓄積された電荷をリセットする。

【0031】図2は図1のA-A線における模式的断面図、図3は図1のB-B線における模式的断面図、図4は図1のC-C線における模式的断面図を示す。図中10はガラス基板（絶縁基板）、11はMIS型PDの下電極、12はスイッチTFTゲート電極、13はスイッチTFT駆動配線、14は第1の絶縁膜、15は半導体層、16は第2の絶縁膜、17はオーミックコンタクト層、18はコンタクトホール、19はバイアス配線、20は信号線、21はスイッチTFT SD電極、30は保護層、31は有機樹脂層、32は蛍光体層である。なお、図2～図4におけるスイッチTFT駆動配線13、バイアス配線19、信号線20は、図1におけるスイッチTFT駆動配線3、バイアス配線5、信号線4にそれぞれ対応する。

【0032】ここで、図1～図4から明らかなようにスイッチTFT駆動配線13とバイアス配線19との交差部、及びスイッチTFT駆動配線13と信号線20との交差部は、第1の絶縁膜14、半導体層15、第2の絶縁膜16を介して構成されている。この結果、信号線の寄生容量を低減することができる。本願発明者の実験によれば、信号線の寄生容量であるC2容量を15～20%程度低減できることを確認した。また、寄生容量を低減できるので、ICノイズ、信号線ノイズを単独で改善することができる。更に、ゲート線の寄生容量に起因すると考えられているクロストークも同様に低減することが可能である。

【0033】また、図2に示すようにスイッチTFT部2の半導体層15、特に、スイッチTFT SD電極21下の半導体層15が薄膜化されているため、従来、スイッチTFT SD電極下に形成される直列抵抗がON抵抗を増大させていたが、スイッチTFT SD電極21下の半導体層15を薄膜化することにより、TFT転送能力を向上でき、小型TFTを実現することが可能である。概略ではあるが、W/Lで半分に縮小可能である。このことは、PD部の開口率を向上でき、一方、光電変換素子の半導体層を厚膜化できるため、信号成分を

大きく改善できる。

【0034】次に、本実施形態の製造方法を図2～図4、図5(a)～図5(d)、図6(a)～図6(c)を参照して説明する。なお、図5、図6は1画素の構成を示す。本実施形態では以下の工程で製造を行う。

【0035】(1) まず、ガラス基板10上に第1の金属層として、Al-Nd薄膜2500Å、Mo薄膜300Åの積層膜をスパッター装置により成膜する。

【0036】(2) ウエットエッチングを用いたフォトリソグラフィ法によりスイッチTFT駆動配線13、スイッチTFTのゲート電極12、及びMIS型PD部1の下電極11をパターン形成する。図5(a)はこの場合の模式的平面図を示す。

【0037】(3) 第1の絶縁膜14としてSiN層、半導体層15としてa-Si膜、第2の絶縁膜16としてSiN層をプラズマCVD装置により、夫々2500Å、8000Å、2000Å成膜する（図2～図4参照）。

【0038】(4) 次に、RIE或いはCDEを用いたフォトリソグラフィ法により、スイッチTFT駆動配線13とバイアス配線19の交差部42、及びMIS型PD部1の下電極11とバイアス配線19の交差部43、及び信号線20とスイッチTFT駆動配線13の交差部45以外の第2の絶縁膜16を除去する。また、コンタクトホール18の第2の絶縁膜も除去される。図5(b)はこの場合の模式的平面図を示す。

【0039】(5) RIE或いはCDEを用いたフォトリソグラフィ法により、スイッチTFT SD電極21を包括した島状領域48の半導体層15を5000Å程度除去する。図5(c)はこの場合の模式的平面図を示す。

【0040】この場合、(4)の工程と(5)の工程を入れ替える事も可能である。このように工程を入れ替えると、最初の(5)の工程では島状領域48の第2の絶縁膜16を除去し、次の(4)の工程で各交差部42、43、45以外の第2の絶縁膜16と島状領域48のa-Si層（半導体層）を除去する事になる。

【0041】(6) オーミックコンタクト層17としてn'層をプラズマCVD装置により1000Å成膜する。

【0042】(7) RIE或いはCDEを用いたフォトリソグラフィ法によりコンタクトホール18を形成する。図5(d)はこの場合の模式的平面図を示す。この時、コンタクトホール18は、良好なテーパ形状を実現するため、(4)の工程で第2の絶縁膜を除去し、(5)の工程でa-Si層の一部を除去し、第1の絶縁膜14、薄膜化されたa-Si層、n'層をエッチングする構成としている。

【0043】(8) 第2の金属層として、Mo薄膜500Å、Al薄膜1μm、Mo薄膜300Åをスパッター

装置により成膜する。

【0044】(9) ウエットエッチングを用いたフォトリソグラフィ法により、バイアス配線 19 をパターン形成する。図 6 (a) はこの場合の模式的平面図を示す。この時、レジストパターンは、同時にスイッチ TFT SD 電極 21、及び信号線 20 が形成される領域は夫々のパターンを包括する島状領域 46 として残す。

【0045】(10) 再度、ウエットエッチングを用いたフォトリソグラフィ法によりスイッチ TFT SD 電極 21、信号線 20 をパターン形成する。引き続いて、同一レジストパターンで RIE を用いて  $n^+$  膜を除去する。図 6 (b) はこの場合の模式的平面図を示す。この時、レジストパターンは同時に MIS 型 PD 部の上電極となる領域、及びバイアス線 19 を包括する領域を島状領域 47 として残す。なお、(9) の工程と (10) の工程は入れ替えが可能である。

【0046】(11) RIE 或いは CDE を用いたフォトリソグラフィ法により第 1 の絶縁膜 14、 $a-Si$  膜を除去し、素子間分離を行う。図 6 (c) はこの場合の模式的平面図を示す。この時、第 1 の絶縁膜 14 は必ずしも除去する必要はなく、 $a-Si$  膜のみを除去するだけでも十分である。また、この素子間分離に関して、第 1 の絶縁膜 14、 $a-Si$  膜を一括して除去する様に MIS 型 PD 部の上部電極となる  $n^+$  膜パターンを素子間分離領域内に配置しているが、第 1 の絶縁膜 14、 $a-Si$  膜、 $n^+$  膜を一括して除去する様にすることも、上述の (10) の工程において島状領域 47 を素子間分離領域外に配置することで可能である。

【0047】(12) 保護層 30 として、 $SiN$  膜 2500 Å をプラズマ CVD 装置により成膜する。

【0048】(13) RIE 或いは CDE を用いたフォトリソグラフィ法により、配線引き出し部等を露出させる。

【0049】(14) 蛍光体層 32 を有機樹脂 31 等で張り合わせる。以上により、本実施形態の放射線検出装置が完成する。

【0050】(第 2 の実施形態) 次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。第 2 の実施形態は、第 1 の実施形態の製造方法を簡略化したものである。具体的には、第 1 の実施形態の (4) の工程と (5) の工程を同時に処理することにより、製造工程を簡略化するものである。なお、放射線検出装置の構成は図 1 ~ 図 4 の第 1 の実施形態と同様である。以下、本実施形態の製造方法について説明する。

【0051】まず、(1) の工程から (3) の工程は第 1 の実施形態と同様である。その後、RIE 或いは CDE を用いたフォトリソグラフィ法によりスイッチ TFT 駆動配線 13 とバイアス配線 19 の交差部 42、及び MIS 型 PD 部の下電極 11 とバイアス配線 19 の交差部 43、及び信号線 20 とスイッチ TFT 駆動配線 13

交差部 45 以外の第 2 の絶縁膜 16 を除去すると共に、スイッチ TFT SD 電極 21 を包括した島状領域 48 の半導体層 15 を 5000 Å 程度除去する。

【0052】図 7 はこの場合の 1 画素の模式的平面図、図 8 は図 7 の A-A 線における模式的断面を示す。特に、図 8 は RIE 或いは CDE 加工時の様子を示す。図中、51 はレジストである。レジスト 51 としてはハーフトーンマスク或いはそれに類似したマスクが用いられ、膜厚 T1、T2 部を形成する。ドライエッチング中にレジスト 51 が T2 分の膜減りを起こすと、該当部分がエッチングされ始める。

【0053】即ち、膜厚 T2 部の第 2 の絶縁膜 16 を除去する間に、レジスト開口部は T2 膜減り相当の時間で  $a-Si$  層がエッチングされる事になる。そこで、T2 膜厚をエッチング条件に合せて選択する事により、所望の  $a-Si$  層の除去膜厚を設計できる。その後、第 1 の実施形態の (6) の工程に戻り、以降は第 1 の実施形態と同様の処理を行う。この結果、第 1 の実施形態の (4) の工程と (5) の工程が一括処理で実現可能となり、工程数を削減でき、それに伴い歩留りを向上できるので、低価格化をも実現できる。

【0054】(第 3 の実施形態) 次に、本発明の第 3 の実施形態について説明する。第 3 の実施形態では、更に、感度を向上することが可能な放射線検出装置の形態について説明する。図 9 は本実施形態の模式的平面図である。図 9 は 1 画素の構成を示す。図中 1 は MIS 型 PD 部、2 はスイッチ TFT 部、3 はスイッチ TFT の駆動配線、4 は信号線、5 はバイアス配線である。

【0055】図 10 は図 9 の A-A 線における模式的断面図を示す。図中 10 はガラス基板 (絶縁基板)、11 は MIS 型 PD 部 1 の下電極、12 はスイッチ TFT のゲート電極、14 は第 1 の絶縁膜、15 は半導体層、17 はオーミックコンタクト層、18 はコンタクトホール、19 はバイアス配線、20 は信号線、21 はスイッチ TFT SD 電極、22 は透明導電膜、30 は保護層、31 は有機樹脂層、32 は蛍光体層である。なお、図 10 におけるバイアス配線 19、信号線 20 は、図 9 におけるバイアス配線 5、信号線 4 にそれぞれ対応する。

【0056】ここで、本実施形態では、スイッチ TFT 駆動配線 13 とバイアス配線 19 との交差部、及びスイッチ TFT 駆動配線 13 と信号線 20 との交差部は、第 1 の実施形態と同様に第 1 の絶縁膜 14、半導体層 15、第 2 の絶縁膜 16 を介して構成されている。この結果、信号線の寄生容量である C2 容量を 15 ~ 20 % 程度低減することができ、IC ノイズ、信号線ノイズを単独で低減できる。

【0057】また、透明導電膜 22 をオーミックコンタクト層 17 上に形成しているので、オーミックコンタクト層 17 の機能であるホールブロッキング機能と電極機



能を、夫々、 $n'$ 膜と透明導電膜22に機能分離することができ、 $n'$ 膜を薄膜化することが可能である。そのため、オーミックコンタクト層17での光吸収を低減でき、信号成分の10%以上の向上、即ち、感度の向上を達成することができる。

【0058】また、スイッチTFT部2の半導体層15、特にスイッチTFT SD電極21下の半導体層15が薄膜化されているため、従来、スイッチTFT SD電極下に形成される直列抵抗がON抵抗を増大させたが、スイッチTFT SD電極下の半導体層15を薄膜化することによりTFT転送能力が向上し、小型TFTの実現が可能となる。概略ではあるが、スイッチTFTを $W/L$ で半分に縮小可能である。このことは、PD部の開口率を向上でき、一方、信号変換素子の半導体層15を厚膜化できるため、信号成分を大きく改善できる。

【0059】次に、本実施形態の製造方法を図10～図11、図5～図6を参照して説明する。本実施形態では、以下の工程で製造を行う。

【0060】(1) まず、ガラス基板10上に第1の金属層として、Al-Nd薄膜2500Å、Mo薄膜300Åの積層膜をスパッター装置により成膜する。

【0061】(2) ウエットエッチングを用いたフォトリソグラフィ法により、スイッチTFT駆動用配線13、スイッチTFTゲート電極12、及びMIS型PD部の下電極11をパターン形成する(図5(a)参照)。

【0062】(3) 第1の絶縁膜14としてSiN層、半導体層15としてa-Si膜、第2の絶縁膜16としてSiN層をプラズマCVD装置により夫々2500Å、8000Å、2000Å成膜する。

【0063】(4) RIE或いはCDEを用いたフォトリソグラフィ法によりスイッチTFT駆動配線13とバイアス配線19の交差部42、及びMIS型PDの下電極21とバイアス配線19の交差部43、及び信号線20とスイッチTFT駆動配線13の交差部45以外の第2の絶縁膜16を除去する(図5(b)参照)。

【0064】(5) RIE或いはCDEを用いたフォトリソグラフィ法によりスイッチTFT SD電極21を包括した島状領域48の半導体層15を5000Å程度除去する(図5(c)参照)。この場合、(4)の工程と(5)の工程を入れ替えてもよい。このように工程を入れ替えると、最初の(5)の工程では島状領域48の第2の絶縁膜を除去し、次の(4)の工程で各交差部42、43、45以外の第2の絶縁膜と島状領域48のa-Si層を除去する事になる。

【0065】(6) オーミックコンタクト層17として、 $n'$ 層をプラズマCVD装置により300Å成膜する。

【0066】(7) RIE或いはCDEを用いたフォトリソグラフィ法によりコンタクトホール18を形成す

る(図5(d)参照)。この時、コンタクトホール18は、良好なテーパ形状を実現するため、(4)の工程で第2の絶縁膜を除去し、(5)の工程でa-Si層の一部を除去し、第1の絶縁膜、薄膜化されたa-Si層、 $n'$ 層をエッチングする構成としている。

【0067】(8) 第2の金属層として、Mo薄膜500Å、Al薄膜1μm、Mo薄膜300Åをスパッター装置により成膜する。

【0068】(9) ウエットエッチングを用いたフォトリソグラフィ法によりバイアス配線19をパターン形成する(図6(a)参照)。この時、レジストパターンは、同時にスイッチTFTのSD電極21、及び信号線20が形成される領域は、夫々のパターンを包括する島状領域46として残す。

【0069】(10) MIS型PD部の上部電極として、ITO薄膜400Åをスパッター装置により成膜する。

【0070】(11) ウエットエッチングを用いたフォトリソグラフィ法によりMIS型PD部の透明導電膜(上部電極)22を形成する、図11はこの場合の1画素の模式的平面図を示す。

【0071】(12) 再度、ウエットエッチングを用いたフォトリソグラフィ法によりスイッチTFT SD電極21、信号線20をパターン形成する。引き続いて、同一レジストパターンでRIEを用いて $n'$ 膜を除去する(図6(b)参照)。この時、レジストパターンは、同時にMIS型PDの上電極となる領域、及びバイアス線19を包括する領域を島状領域47として残す。

【0072】(13) RIE或いはCDEを用いたフォトリソグラフィ法により、第1の絶縁膜、a-Si膜を除去し、素子間分離を行う(図6(c)参照)。この時、第1の絶縁膜は必ずしも除去する必要はなく、a-Si膜のみを除去するだけでも十分である。また、この素子間分離に関して、第1の絶縁膜、a-Si膜を一括して除去する様にMIS型PD部の上部電極となる $n'$ 膜パターンを素子間分離領域内に配置しているが、第1の絶縁膜、a-Si膜、 $n'$ 膜を一括して除去すること、上述の(10)の工程において、島状領域47を素子間分離領域外に配置することで可能である。

【0073】(14) 保護層30として、SiN膜2500ÅをプラズマCVD装置により成膜する。

【0074】(15) RIE或いはCDEを用いたフォトリソグラフィ法により、配線引き出し部等を露出させる。

【0075】(16) 蛍光体層32を接着剤(有機樹脂31)等で張り合わせる。以上により本実施形態の放射線検出装置が完成する。

【0076】なお、本実施形態の製造方法は、以下のような様々な変形が可能である。例えば、(9)の工程に引き続いて(12)の工程、(10)の工程、(11)

の工程の順に入れ替えることが原理的に可能である。また、この際、上述の順序において(9)の工程と(12)の工程を入れ替えることも可能である。

【0077】更に、(7)の工程に引き続いて(10)の工程、(11)の工程、(8)の工程、(9)の工程、(12)の工程の順にも入れ替えることもでき、この時、同様に(9)の工程と(12)の工程を入れ替えることも可能である。また、(6)の工程に引き続いて(10)の工程、(11)の工程、更に(7)の工程、(8)の工程、(9)の工程、(12)の工程の順に入れ替えることもでき、この時、同様に(9)の工程と(12)の工程を入れ替えることも可能である。

【0078】また、(8)の工程に引き続いて(9)の工程のバイアス配線19の形成と、(12)の工程のスイッチTFT SD電極21の形成、信号線20の形成を一度に行い、その後、スイッチTFTのチャネル部のn<sup>+</sup>膜を除去し、その後、(10)の工程と(11)の工程を流動させる事により同様に製造可能である。この時、(10)の工程、(11)の工程は、(8)の工程の前に処理する事も可能である。

【0079】上述の様に本実施形態は、製造装置及び製造プロセスの個性を考慮して、工程入れ替え等の変更が可能である。

【0080】(第4の実施形態)次に、本発明の第4の実施形態について説明する。第4の本実施形態では、更に、感度向上を実現するMIS型PDを用いた放射線検出装置について説明する。図12は本実施形態の模式的平面図である。図12は1画素の構成を示す。図中1はMIS型PD部、2はスイッチTFT部、3はスイッチTFTの駆動配線、4は信号線、5はバイアス配線である。

【0081】図13は図12のA-A線における模式的断面図、図14は図1のB-B線における模式的断面図、図15は図1のC-C線における模式的断面図を示す。図中10はガラス基板(絶縁基板)、11はMIS型PD部の下電極、12はスイッチTFTゲート電極、13はスイッチTFT駆動配線、14は第1の絶縁膜、15は半導体層、16は第2の絶縁膜、17はオーミックコンタクト層、18はコンタクトホール、19はバイアス配線、20は信号線、21はスイッチTFT SD電極、30は保護層、31は有機樹脂層、32は蛍光体層である。なお、図13～図15におけるスイッチTFT駆動配線13、バイアス配線19、信号線20は、図12におけるスイッチTFTの駆動配線3、バイアス配線5、信号線4にそれぞれ対応する。

【0082】本実施形態では、スイッチTFT駆動配線13とバイアス配線19との交差部、及びスイッチTFT駆動配線13と信号線20との交差部は、第1の絶縁膜14、半導体層15、第2の絶縁膜16を介して構成されている。この結果、信号線の寄生容量であるC2容

量を15～20%程度低減でき、ICノイズ、信号線ノイズを単独で低減できる。

【0083】また、スイッチTFT部の半導体層15、特にスイッチTFT SD電極21下の半導体層15が薄膜化されているため、従来、スイッチTFT SD電極下に形成される直列抵抗がON抵抗を増大させていたが、スイッチTFT SD電極下の半導体層15が薄膜化されることにより、TFT転送能力を向上でき、小型TFTの実現が可能となる。概略ではあるが、W/Lで半分に縮小可能である。このことは、PD部の開口率を向上でき、一方、信号変換素子の半導体層15を厚膜化できるため、信号成分を大きく改善できる。

【0084】更に、後述する製造方法からも明かな様にスイッチTFTのチャネル部が、真空を破らず形成されるため、従来のエッチングにより形成されるスイッチTFTに比較して、TFT特性、即ち、閾値電圧、ON、OFF抵抗の均一性を向上できる。例えば、閾値電圧のバラツキが±1.5V以上あったものが±1.0V程度に改善でき、その結果、ON/OFF電圧のマージンを低減でき、低消費電力化が可能となる。

【0085】次に、本実施形態の製造方法を図13～図15、図16～図17を参照して説明する。図16～図17は1画素の構成を示す。本実施形態では、以下の工程で製造を行う。

【0086】(1)まず、ガラス基板10上に第1の金属層として、Al-Nd薄膜2500Å、Mo薄膜300Åの積層膜をスパッター装置により成膜する。

【0087】(2)ウエットエッチングを用いたフォトリソグラフィ法によりスイッチTFT駆動配線13、スイッチTFT電極12、及びMIS型PD部の下電極11をパターン形成する。図16(a)はこの場合の模式的平面図を示す。

【0088】(3)第1の絶縁膜14としてSiN層、半導体層15としてa-Si膜、第1の絶縁膜16としてSiN層をプラズマCVD装置により夫々2500Å、8000Å、2000Å成膜する。

【0089】(4)RIE或いはCDEを用いたフォトリソグラフィ法によりスイッチTFTのチャネル部41、及びスイッチTFT駆動配線13とバイアス配線19の交差部42、及びMIS型PD部の下電極11とバイアス配線19の交差部43、及び20信号線とスイッチTFT駆動配線13の交差部45以外の第2の絶縁膜を除去する。図16(b)はこの場合の模式的平面図を示す。

【0090】(5)RIE或いはCDEを用いたフォトリソグラフィ法により、スイッチTFT SD電極21を包括した領域48の半導体層15を5000Å程度除去する。図16(c)はこの場合の模式的平面図を示す。この時、(4)の工程と(5)の工程を入れ替える事が可能である。このように工程を入れ替えると、最初

の ( 5 ) の工程では島状領域 4 8 の第 2 の絶縁膜を除去し、次の ( 4 ) の工程で各交差部 4 2、4 3、4 5 以外の第 2 の絶縁膜と島状領域 4 8 の a - S i 層を除去する事になる。

【 0 0 9 1 】 ( 6 ) オーミックコンタクト層 1 7 として、n' 層をプラズマ CVD 装置により 1 0 0 0 Å 成膜する。

【 0 0 9 2 】 ( 7 ) R I E 或いは C D E を用いたフォトリソグラフィ法によりコンタクトホール 1 8 を形成する。図 1 6 ( d ) はこの場合の模式的平面図を示す。この時、コンタクトホール 1 8 は、良好なテーパ形状を実現するため、( 4 ) の工程で第 2 の絶縁膜を除去し、

( 5 ) の工程で a - S i 層の一部を除去し、結局、第 1 の絶縁膜、薄膜化された a - S i 層、n' 層をエッチングする。

【 0 0 9 3 】 ( 8 ) 第 2 の金属層として、Mo 薄膜 5 0 0 Å、Al 薄膜 1 μm、Mo 薄膜 3 0 0 Å をスパッター装置により成膜する。

【 0 0 9 4 】 ( 9 ) ウエットエッチングを用いたフォトリソグラフィ法により、バイアス配線 1 9 をパターン形成する。図 1 7 ( a ) はこの場合の模式的平面図を示す。この時、レジストパターンは、同時にスイッチ T F T S D 電極 2 1、及び信号線 2 0 が形成される領域は、夫々のパターンを包括する島状領域 4 6 として残す。

【 0 0 9 5 】 ( 1 0 ) 再度、ウエットエッチングを用いたフォトリソグラフィ法により、スイッチ T F T S D 電極 2 1、信号線 2 0 をパターン形成する。引き続いて、同一レジストパターンで R I E を用いて n' 膜を除去する。図 1 7 ( b ) はこの場合の模式的平面図を示す。この時、レジストパターンは、同時に M I S 型 P D 部の上電極となる領域、及びバイアス線 1 9 を包括する島状領域 4 7 として残す。なお、( 9 ) の工程と ( 1 0 ) の工程は、単純に入れ替えることが可能である。

【 0 0 9 6 】 ( 1 1 ) R I E 或いは C D E を用いたフォトリソグラフィ法により、第 1 の絶縁膜 1 4、a - S i 層を除去し、素子間分離を行う。図 1 7 ( c ) はこの場合の模式的平面図を示す。この時、第 1 の絶縁膜 1 4 は必ずしも除去する必要はなく、a - S i 膜のみを除去するだけでも十分である。

【 0 0 9 7 】 ( 1 2 ) 保護層 3 0 として、S i N 膜 2 5 0 0 Å をプラズマ CVD 装置により成膜する。

【 0 0 9 8 】 ( 1 3 ) R I E 或いは C D E を用いたフォトリソグラフィ法により、配線引き出し部等を露出させる。

【 0 0 9 9 】 ( 1 4 ) 蛍光体層 3 2 を接着剤 (有機樹脂層 3 1) 等で張り合わせる。以上により本実施形態の放射線検出装置が完成する。

【 0 1 0 0 】 ( 第 5 の実施形態 ) 次に、本発明の第 5 の実施形態について説明する。第 5 の実施形態では、第 4

の実施形態の製造方法を簡略化することが可能な形態について説明する。具体的には、第 4 の実施形態の ( 4 ) の工程と ( 5 ) の工程を同時に処理する事により製造工程を簡略化することが可能である。図 1 8 は本実施形態の模式的平面図を示す。なお、図 1 8 は 1 画素の構成を示す。図中 1 は M I S 型 P D 部、2 はスイッチ T F T 部、3 はスイッチ T F T の駆動配線、4 は信号線、5 はバイアス配線である。

【 0 1 0 1 】 図 1 9 は図 1 8 の A - A 線における模式的断面図を示す。図中、1 0 はガラス基板 (絶縁基板)、1 1 は M I S 型 P D 部の下電極、1 2 はスイッチ T F T ゲート電極、1 3 はスイッチ T F T 駆動配線、1 4 は第 1 の絶縁膜、1 5 は半導体層、1 6 は第 2 の絶縁膜、1 7 はオーミックコンタクト層、1 8 はコンタクトホール、1 9 はバイアス配線、2 0 は信号線、2 1 はスイッチ T F T S D 電極、3 0 は保護層、3 1 は有機樹脂層、3 2 は蛍光体層である。なお、図 1 9 におけるスイッチ T F T 駆動配線 1 3、バイアス配線 1 9、信号線 2 0 は、図 1 8 におけるスイッチ T F T の駆動配線 3、バイアス配線 5、信号線 4 にそれぞれ対応する。

【 0 1 0 2 】 ここで、図 1 9 から明らかなようにスイッチ T F T のチャネル部において、第 2 の絶縁膜 1 6 と半導体層 1 5 の一部が、第 4 の実施形態の図 1 3 に示すように段差を有しておらず、同一マスクを用いて同一工程でエッチングされた形状を示している。これは、チャネル長を微細化する上では、望ましい構造である。即ち、マスクの重ね合せ精度に必要なマージンが削除できるためである。

【 0 1 0 3 】 次に、本実施形態の製造方法について説明する。まず、( 1 ) の工程から ( 3 ) の工程は第 4 の実施形態と同様である。その後、R I E 或いは C D E を用いたフォトリソグラフィ法により、スイッチ T F T 駆動配線 1 3 とバイアス配線 1 9 の交差部 4 2、及び M I S 型 P D 部の下電極 1 1 とバイアス配線 1 9 の交差部 4 3、及び信号線 2 0 とスイッチ T F T 駆動配線 1 3 の交差部 4 5 以外の第 2 の絶縁膜を除去すると共に、スイッチ T F T S D 電極 2 1 を包括した島状領域 4 8 の半導体層 1 5 を 5 0 0 0 Å 程度除去する。

【 0 1 0 4 】 図 2 0 はこの場合の 1 画素の模式的平面図を示す。また、図 2 1 は図 2 0 の A - A 線における模式的断面図を示す。なお、図 2 1 は R I E 或いは C D E 加工時の様子を示す。図中、5 1 はレジストである。レジスト 5 1 としてはハーフトーンマスク或いはそれに類似したマスクが用いられ、膜厚 T 1、T 2 部を形成する。ドライエッチング中にレジストが T 2 分の膜減りを起こすと、該当部分がエッチングし始める。

【 0 1 0 5 】 即ち、膜厚 T 2 部の第 2 の絶縁膜を除去する間に、レジスト開口部は T 2 膜減り相当の時間で a - S i 層がエッチングされる事になる。そこで、T 2 膜厚をエッチング条件に合わせて選択する事により所望の a -

Si 層の除去膜厚を設計できる。その後、第 4 の実施形態の (6) の工程に戻り、以降は第 4 の実施形態と同様の処理を行う。この結果、第 4 の実施形態の (4) の工程と (5) の工程が一括処理で実現可能となり、工程数を削減でき、それに伴い歩留りを向上でき、低価格化をも達成できる。

【0106】(第 6 の実施形態) 次に、本発明の第 6 の実施形態について説明する。第 6 の実施形態では、更に、感度向上を実現可能な MIS 型 PD を用いた放射線検出装置について説明する。図 22 は本実施形態の模式的平面図である。図 22 は 1 画素の構成を示す。図中 1 は MIS 型 PD 部、2 はスイッチ TFT 部、3 はスイッチ TFT の駆動配線、4 は信号線、5 はバイアス配線である。

【0107】図 23 は図 22 の A-A 線における模式的断面図を示す。図中 10 はガラス基板 (絶縁基板)、11 は MIS 型 PD 部の下電極、12 はスイッチ TFT ゲート電極、14 は第 1 の絶縁膜、15 は半導体層、17 はオーミックコンタクト層、18 はコンタクトホール、19 はバイアス配線、20 は信号線、21 はスイッチ TFT SD 電極、22 は透明導電膜、30 は保護層、31 は有機樹脂層、32 は蛍光体層である。なお、図 23 におけるバイアス配線 19、信号線 20、図 22 におけるバイアス配線 5、信号線 4 にそれぞれ対応する。

【0108】本実施形態では、スイッチ TFT 駆動配線 13 とバイアス配線 19 との交差部、及びスイッチ TFT 駆動配線 13 と信号線 20 との交差部は、第 4 の実施形態と同様に第 1 の絶縁膜 14、半導体層 15、第 2 の絶縁膜 16 を介して構成されている。この結果、信号線の寄生容量である C2 容量を 15~20% 程度低減でき、IC ノイズ、信号線ノイズを単独で低減できる。

【0109】また、透明導電膜 22 をオーミックコンタクト層 17 上に形成しているの、オーミックコンタクト層 17 の機能であるホールブロッキング機能と電極機能を、夫々、n<sup>+</sup> 膜と透明導電膜 22 に機能分離することができる。そのため、n<sup>+</sup> 膜を薄膜化することが可能となり、オーミックコンタクト層 17 での光吸収を低減でき、信号成分の 10% 以上の向上、即ち、感度の向上を達成することができる。

【0110】また、スイッチ TFT 部の半導体層 15、特に、スイッチ TFT SD 電極 21 下の半導体層 15 が薄膜化されているため、従来、スイッチ TFT SD 電極下に形成される直列抵抗が ON 抵抗を増大させていたが、スイッチ TFT SD 電極下の半導体層 15 が薄膜化されることにより、TFT 転送能力を向上でき、小型 TFT の実現が可能となる。概略ではあるが、W/L で半分に縮小可能である。このことは、PD 部の開口率を向上でき、一方、信号変換素子の半導体層を厚膜化することができるため、信号成分を大きく改善できる。

【0111】更に、スイッチ TFT のチャネル部が、真

空を破らず形成されるため、従来のエッチングにより形成される TFT に比較して、TFT 特性、即ち、閾値電圧、ON、OFF 抵抗の均一性を向上できる。例えば、閾値電圧のバラツキが ±1.5 V 以上あったものが、±1.0 V 程度に改善でき、その結果、ON/OFF 電圧のマージンを低減でき、低消費電力化が可能となる。

【0112】次に、本実施形態の製造方法を図 23、図 24、図 16~図 17 を参照して説明する。本実施形態では、以下の工程で製造を行う。

【0113】(1) まず、ガラス基板 10 上に第 1 の金属層として、Al-Nd 薄膜 2500 Å、Mo 薄膜 300 Å の積層膜をスパッター装置により成膜する。

【0114】(2) ウエットエッチングを用いたフォトリソグラフィー法により、スイッチ TFT 駆動配線 13、スイッチ TFT ゲート電極 12、及び MIS 型 PD 部の下電極 11 をパターン形成する (図 16 (a) 参照)。

【0115】(3) 第 1 の絶縁膜 14 として SiN 層、半導体層 15 として a-Si 膜、第 2 の絶縁膜 16 として SiN 層をプラズマ CVD 装置により、夫々 2500 Å、8000 Å、2000 Å 成膜する。

【0116】(4) RIE 或いは CDE を用いたフォトリソグラフィー法により、スイッチ TFT のチャネル部 41、及びスイッチ TFT 駆動配線 13 とバイアス配線 19 の交差部 42、及び MIS 型 PD 部の下電極 11 とバイアス配線 19 の交差部 43、及び信号線 20 とスイッチ TFT 駆動配線 13 の交差部 45 以外の第 2 の絶縁膜を除去する (図 16 (b) 参照)。

【0117】(5) RIE 或いは CDE を用いたフォトリソグラフィー法により、スイッチ TFT SD 電極 21 を包括した領域 48 の半導体層 15 を 500 Å 程度除去する (図 16 (c) 参照)。この時、(4) の工程と (5) の工程を入れ替えてもよい。このように工程を入れ替えると、最初の (5) の工程で島状領域 48 の第 2 の絶縁膜を除去し、次の (4) の工程で各交差部 42、43、45 以外の第 2 の絶縁膜と島状領域 48 の a-Si 層を除去する事になる。

【0118】(6) オーミックコンタクト層 17 として、n<sup>+</sup> 層をプラズマ CVD 装置により 300 Å 成膜する。

【0119】(7) RIE 或いは CDE を用いたフォトリソグラフィー法によりコンタクトホール 18 を形成する (図 16 (d) 参照)。この時、コンタクトホール 18 は、良好なテーパ形状を実現するため、(4) の工程で第 2 の絶縁膜を除去し、(5) の工程で a-Si 層の一部を除去し、結局、第 1 の絶縁膜、薄膜化された a-Si 層、n<sup>+</sup> 層をエッチングする。

【0120】(8) 第 2 の金属層として、Mo 薄膜 500 Å、Al 薄膜 1 μm、Mo 薄膜 300 Å をスパッター装置により成膜する。

【0121】(9) ウエットエッチングを用いたフォトリソグラフィ法により、バイアス配線19をパターン形成する(図17(a)参照)。この時、レジストパターンは、同時にスイッチTFT SD電極21及び信号線20が形成される領域は夫々のパターンを包括する島状領域46として残す。

【0122】(10) MIS型PD部の上部電極として、ITO薄膜400Åをスパッター装置により成膜する。

【0123】(11) ウエットエッチングを用いたフォトリソグラフィ法により、MIS型PD部の透明導電膜(上部電極)22を形成する。図24はこの場合の模式的平面図を示す。

【0124】(12) 再度、ウエットエッチングを用いたフォトリソグラフィ法により、スイッチTFT SD電極21、信号線20をパターン形成する。引き続いて、同一レジストパターンでRIEを用いてn'膜を除去する(図17(b)参照)。この時、レジストパターンは、同時にMIS型PDの上電極となる領域及びバイアス線19を包括する領域を島状領域47として残す。

【0125】(13) RIE或いはCDEを用いたフォトリソグラフィ法により、第1の絶縁膜、a-Si膜を除去し、素子間分離を行う(図17(c)参照)。この時、第1の絶縁膜は必ずしも除去する必要はなく、a-Si膜のみを除去するだけでも十分である。

【0126】(14) 保護層30として、SiN膜2500ÅをプラズマCVD装置により成膜する。

【0127】(15) RIE或いはCDEを用いたフォトリソグラフィ法により、配線引き出し部等を露出させる。

【0128】(16) 蛍光体層32を接着剤(有機樹脂層31)等で張り合わせる。以上により本実施形態の放射線検出装置が完成する。

【0129】なお、本実施形態の製造方法は、以下のような様々な変形が可能である。例えば、(9)の工程に引き続いて(12)の工程、(10)の工程、(11)の工程の順に入れ替えることが原理的に可能である。また、この際、上述の順序において(9)の工程と(12)の工程を入れ替えることも可能である。

【0130】更に、(7)の工程に引き続いて(10)の工程、(11)の工程、(8)の工程、(9)の工程、(12)の工程の順にも入れ替えることもでき、この時、同様に(9)の工程と(12)の工程を入れ替えることも可能である。また、(6)の工程に引き続いて、(10)の工程、(11)の工程、更に、(7)の工程、(8)の工程、(9)の工程、(12)の工程の順に入れ替えることもでき、この時、同様に(9)の工程と(12)の工程を入れ替えることも可能である。

【0131】また、(8)の工程に引き続いて(9)の工程のバイアス配線19の形成と、(12)の工程のス

イッチTFT SD電極21の形成、信号線20の形成を一度に行い、その後、スイッチTFTのチャネル部のn'膜を除去し、その後、(10)の工程と(11)の工程を流動させる事により、同様に製造可能である。この時、(10)の工程、(11)の工程は、(8)の工程の前に処理する事も可能である。

【0132】上述の様に本実施形態は、製造装置及び製造プロセスの個性を考慮して、工程入れ替え等の変更改が可能である。

【0133】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、信号線とスイッチTFT駆動配線との配線交差部を第1の絶縁層、半導体層、第2の絶縁層の積層構造とすることにより、配線交差部で形成される寄生容量を低減でき、信号線ノイズ、ICノイズを低減できる。更にn'膜の機能であるホールブロッキング機能と電極機能を、夫々、n'膜と透明導電膜に機能分離することにより、n'膜を薄膜化でき、光入射効率を向上できる。即ち、信号成分、ノイズ成分を夫々に影響を与えることなく、単独で向上でき、感度の向上を達成できる。

【0134】また、MIS型PDとスイッチTFTを第1の絶縁層、半導体層、第2の絶縁層の積層構造から、簡便に製造可能であり、特に、MIS型PDの半導体層とスイッチTFTの半導体層の膜厚をPD部は厚膜化でき、TFT部は薄膜化できるため、高感度なFPDを実現できる。更に、スイッチTFTは、チャネル部を安定に製造できるため、低価格、高歩留まり、更には、低消費電力化FPDの実現と言った効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態を示す模式的平面図である。

【図2】図1のA-A線における模式的断面図である。

【図3】図1のB-B線における模式的断面図である。

【図4】図1のC-C線における模式的断面図である。

【図5】図1の実施形態の製造方法を説明する図である。

【図6】図1の実施形態の製造方法を説明する図である。

【図7】本発明の第2の実施形態の製造方法を説明するための図である。

【図8】図6のA-A線における模式的断面図である。

【図9】本発明の第3の実施形態を示す模式的平面図である。

【図10】図9のA-A線における模式的断面図である。

【図11】第3の実施形態の製造方法を説明するための図である。

【図12】本発明の第4の実施形態を示す模式的平面図である。

【図13】図12のA-A線における模式的断面図であ

る。

【図 14】図 12 の B-B 線における模式的断面図である。

【図 15】図 12 の C-C 線における模式的断面図である。

【図 16】第 4 の実施形態の製造方法を説明する図である。

【図 17】第 4 の実施形態の製造方法を説明する図である。

【図 18】本発明の第 5 の実施形態を示す模式的平面図 10 である。

【図 19】図 18 の A-A 線における模式的断面図である。

【図 20】第 5 の実施形態の製造方法を説明するための図である。

【図 21】図 20 の A-A 線における模式的断面図である。

【図 22】本発明の第 6 の実施形態を示す模式的断面図である。

【図 23】図 22 の A-A 線における模式的断面図であ 20 る。

【図 24】第 6 の実施形態の製造方法を説明するための図である。

【図 25】従来の FPD を示す等価回路図である。

【図 26】従来の MIS 型 PD を用いた場合の 1 画素の模式的平面図である。

【図 27】図 26 の模式的断面図である。

【図 28】従来の MIS 型 PD を用いた場合の 1 ビットの等価回路図である。

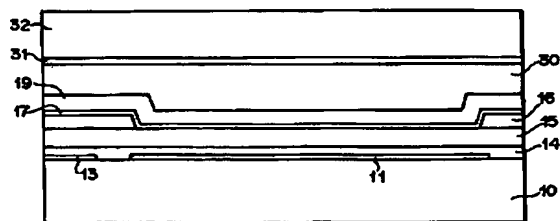
【符号の説明】

- 1 MIS 型 PD 部
- 2 スイッチ TFT 部
- 3 スイッチ TFT の駆動配線
- 4 信号線
- 5 バイアス配線
- 10 ガラス基板
- 11 MIS 型 PD の下電極
- 12 スイッチ TFT ゲート電極
- 13 スイッチ TFT 駆動配線
- 14 第 1 の絶縁膜

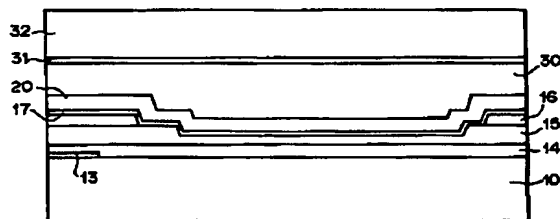
- 15 半導体層
- 16 第 2 の絶縁層
- 17 オーミックコンタクト層
- 18 コンタクトホール
- 19 バイアス配線
- 20 信号線、
- 21 スイッチ TFT SD 電極
- 22 透明導電膜
- 30 保護層
- 31 有機樹脂層
- 32 蛍光体層
- 41 スイッチ TFT チャンネル部
- 42 スイッチ TFT 駆動配線とバイアス配線の交差部
- 43 MIS 型 PD の下電極とバイアス配線の交差部
- 44 信号線部
- 45 信号線とスイッチ TFT 駆動配線の交差部
- 46 スイッチ TFT SD 電極と信号線の領域
- 47 バイアス配線と MIS 型 PD の上電極部の領域
- 48 スイッチ TFT SD 電極の領域
- 51 レジスト
- 101 光電変換素子部
- 102 スイッチ TFT 部
- 103 スイッチ TFT 駆動配線
- 104 信号線
- 105 バイアス配線
- 106 信号処理回路
- 107 TFT 駆動回路
- 108 A/D 変換部
- 30 C1 MIS 型 PD の合成容量
- C2 信号線に形成される寄生容量
- Vs センサバイアス電位
- Vr センサリセット電位
- SW1 MIS 型 PD の Vs / Vr 切り替えスイッチ
- SW2 転送 TFT の ON / OFF 切り替えスイッチ
- SW3 信号線リセットスイッチ
- Vout 出力電圧
- Vt 電位差
- T1、T2 レジスト膜厚

40

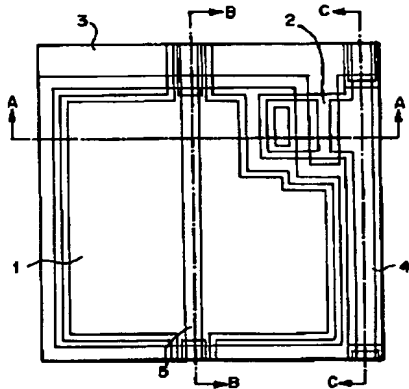
【図 3】



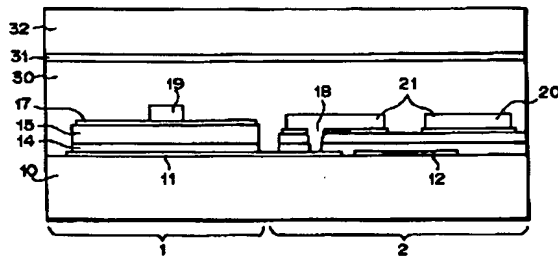
【図 4】



【図 1】



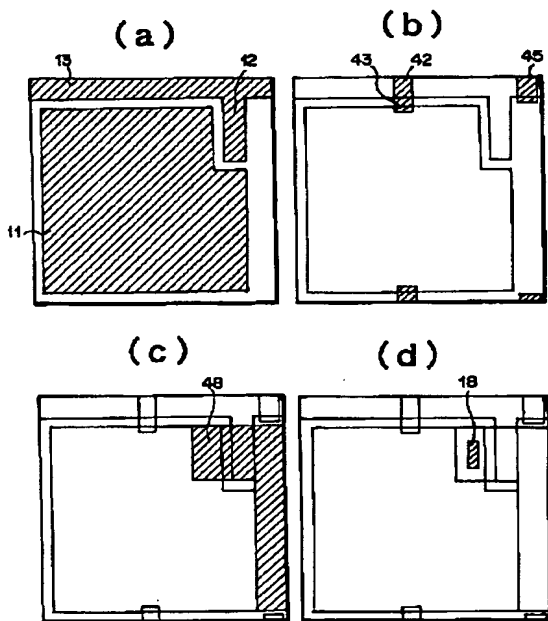
【図 2】



【図 6】

【図 17】

【図 5】



(a)

(b)

(c)

(d)

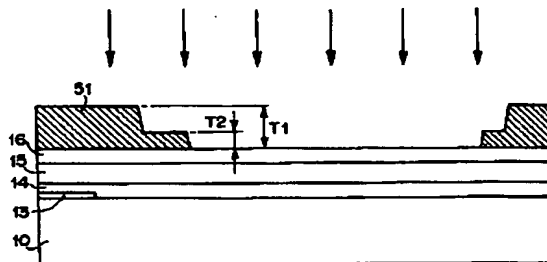
(a)

(b)

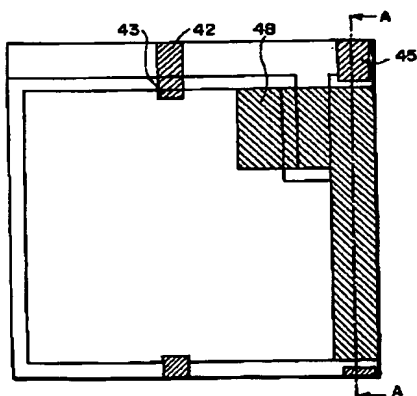
(c)

(c)

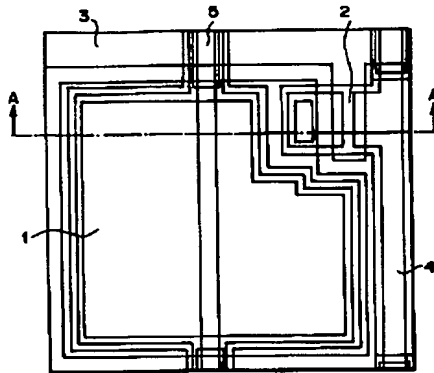
【図 8】



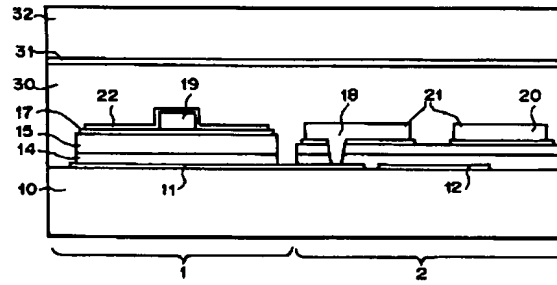
【図 7】



【図 9】

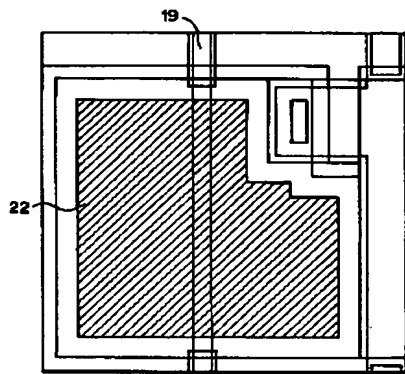


【図 10】

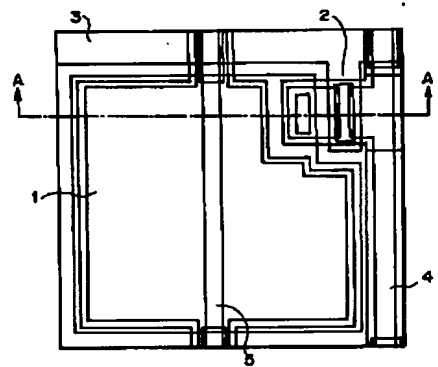
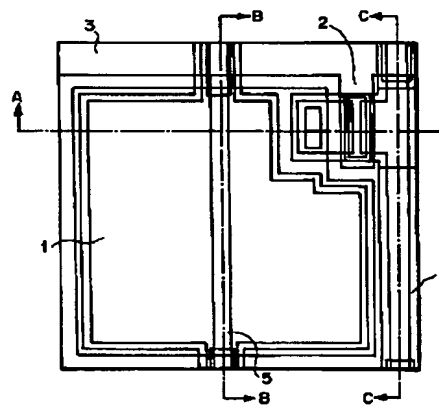


【図 18】

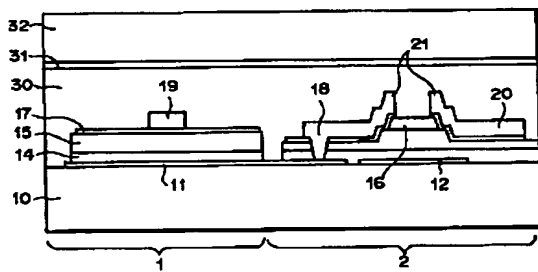
【図 11】



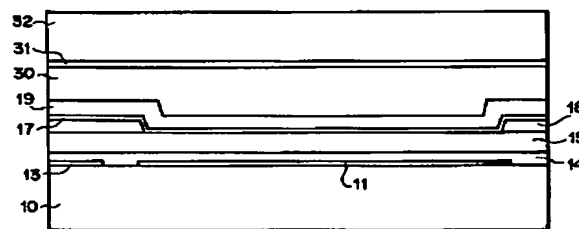
【図 12】



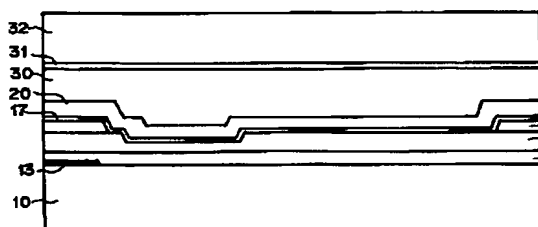
【図 13】



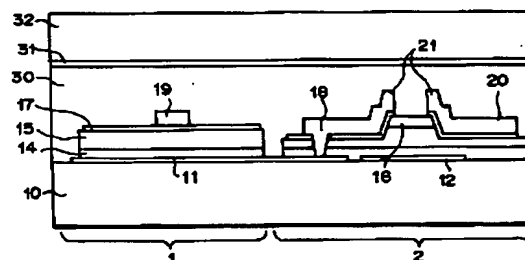
【図 14】



【図 15】



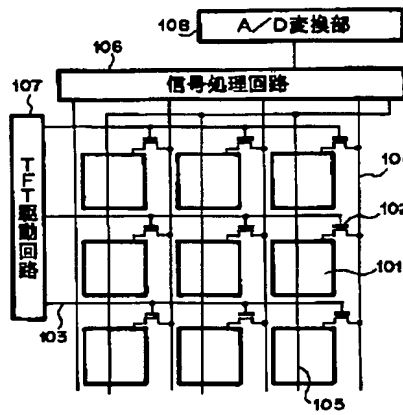
【図 19】



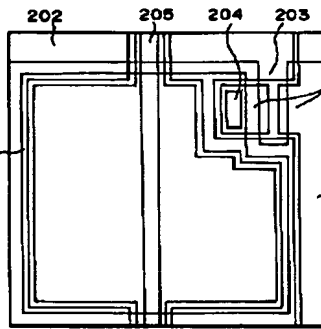




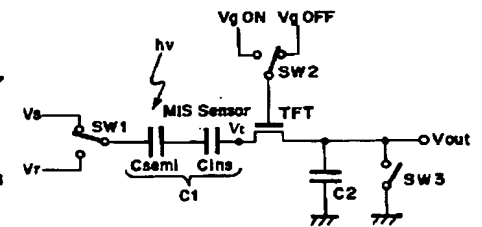
【図 25】



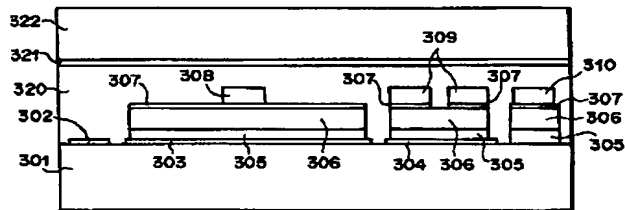
【図 26】



【図 28】



【図 27】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 31/09  
31/10  
H 0 4 N 5/32  
5/335

H 0 1 L 31/10  
31/00  
29/78

A 5 F 1 1 0  
A  
6 1 2 D

F ターム(参考) 2G088 EE01 EE29 FF02 FF04 GG19  
JJ05 JJ32 JJ33 JJ37 LL11  
LL12 LL15  
4M118 AB01 BA05 CA02 FB03 FB13  
FB16  
5C024 AX12 AX16 CX03 CY47 GX03  
5F049 MA01 MB05 NA01 NA04 NA15  
NB05 RA04 RA08 SS01 SZ20  
UA01 UA07 UA14 WA07  
5F088 AA01 AB05 BA01 BA03 BB03  
BB07 EA04 EA08 EA14 EA16  
GA02 HA15 HA20 KA03 KA08  
KA10 LA07  
5F110 AA30 BB09 CC07 DD02 EE04  
EE06 EE14 FF03 FF30 GG02  
GG15 GG24 GG45 HK03 HK04  
HK09 HK22 HK33 HK35 NN04  
NN24 NN35 NN71

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**